

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : JP2120917
 PUBLICATION DATE : 08-05-90

BSTRACT PUBLICATION DATE: 25-07-90
 BSTRACT VOLUME : 014343

APPLICATION DATE : 29-10-88
 APPLICATION NUMBER : JP880273892

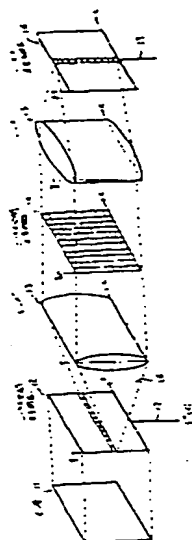
GROUP : P1082

APPLICANT : NIPPON TELEGR & TELEPH CORP
 <NTT>

INVENTOR : MATSUDA TOMOSHI; others: 02

INT.CL. : G06E3/00

TITLE : HYBRID OPTICAL COMPUTING
 ELEMENT



BSTRACT : PURPOSE:To rapidly execute both normal and inverse discrete cosine transformation by providing the title computing element with a two-dimensional space optical modulator arranged so that each optical signal corresponding to each picture element of an one-dimensional space optical modulator is modulated by a row or column element.

CONSTITUTION:An optical operation part is a part for finding out a prescribed vector matrix product by means of an optical system, an input vector is inputted to the one-dimensional space optical modulator 12 as an electric signal 17 and light with uniform intensity radiated from a light source 11 is modulated and the two-dimensional space optical modulator 14 is irradiated with an input optical signal 18 through an optical system 13 such as a cylindrical lens. Since optical modulation elements with transmittance corresponding to respective element values in a prescribed matrix are set up in the modulator 14, a product result between the input vector and each element of the matrix is obtained as transmitted light. The transmitted light is converged upon an one-dimensional photoelectric converter 16 through an optical system 15 and an electric signal 19 is outputted as an output vector. Consequently, both the normal and inverse discrete cosine transformation can be highly accurately calculated, the processing of an electric circuit can be reduced and rapid operation can be attained.

⑮ Int. Cl.³

識別記号

庁内整理番号

⑯ 公開 平成2年(1990)5月8日

G 06 E 3/00

6745-5B

審査請求 未請求 請求項の数 3 (全6頁)

⑰ 発明の名称 光ファイブリッド演算器

⑱ 特 願 昭63-273892

⑲ 出 願 昭63(1988)10月29日

⑳ 発 明 者 松 田 知 志 東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日本電信電話株式会社内

㉑ 発 明 者 林 佑 三 東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日本電信電話株式会社内

㉒ 発 明 者 永 津 昭 人 東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日本電信電話株式会社内

㉓ 出 願 人 日本電信電話株式会社 東京都千代田区内幸町1丁目1番6号

㉔ 代 理 人 弁理士 鈴木 誠

明 細 書

1. 発明の名称

光ハイブリッド演算器

2. 特許請求の範囲

(1) 2次元画像を縦または横方向に一画素単位で分割し、それらの行または列ベクトルを順次連結して再構成した一次元画像を入力する一次元空間光変調器と、

離散コサイン変換および逆離散コサイン変換の係数行列の各要素値を一定バイアス透過率または反射率を加えた非負の光強度透過率または反射率で設定した空間フィルタを、前記一次元入力画像の各画素に対応する光信号が離散コサイン変換および逆離散コサイン変換の定義に従って変調されるように配置し、さらにバイアス透過率または反射率と同じ透過率または反射率の空間フィルタからなる行または列を追加し、前記一次元空間光変調器の各画素に対応する光信号が各々一つの行または列要素で変調されるように配置した二次元空間光変調器と、

前記入力画像と同様に一次元に再構成される出力画像の各画素と前記二次元空間光変調器の追加行または列に対応する光電変換素子とからなる一次元光電変換器と、

前記一次元空間光変調器を均等な光量で照射する光源と、

前記光源から照射され前記一次元空間光変調器で変調された光信号を、離散コサイン変換および逆離散コサイン変換の定義に従って前記二次元空間光変調器に照射する光学系と、

前記二次元空間光変調器で変調された光信号を、散離コサイン変換および逆散離コサイン変換の定義に従って前記一次元光電変換器に集光する光学系とを有することを特徴とする光ハイブリッド演算器。

(2) 前記一次元光電変換器での光電変換後に、前記二次元空間光変調器の追加行または列に対応して設けた光電変換素子の出力信号で他の光電変換素子の出力信号の減算を行って前記バイアス寄与分を除去する電気的手段を有することを

特徴とする請求項(1)記載の光ハイブリッド演算器。

(3) 外部の画像情報記憶手段とのインタフェースを有し、前記一次元空間光変調器に入力画像信号を供給するとともに、前記電気的手段からの出力信号を取り込んで離散コサイン変換および逆離散コサイン変換を完結させ、その演算結果を前記画像情報記憶手段へ出力する制御部を備えた請求項(2)記載の光ハイブリッド演算器。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は光ハイブリッド演算器に係り、詳しくは、通信回線を介した静止画像伝送装置等での画像圧縮符号化法として広く使用されている適応型離散コサイン変換(ADCT)方式における主要な演算である離散コサイン変換(DCT)および逆離散コサイン変換(IDCT)を高速に行う光ハイブリッド演算器に関する。

(従来の技術)

適応型コサイン変換(ADCT)方式は、画像

直交変換は本来行列積として定義されるため、ベクトル行列積および行列積を計算する光行列演算器の適用も検討されている。

(発明が解決しようとする課題)

光演算のなかで、光学フーリエ変換は本来、連続的の画像を処理する方式であるため、離散画像に関する演算であるDCTに応用するためには、入力画像についての何らかの前処理、および連続空間領域でのDCTの近似が必要である。IDCTについては、定義から連続空間領域での近似が難しいため、光学フーリエ変換での実現は不可能である。また、目的のDCT演算を実現するようにフーリエ変換光学系の複合化、変更が必要であるため、光学系の大形化、演算速度・精度の低下の問題がある。

一方、光行列演算器に関しては、負数の表現および演算ができないという本質的問題がある。また、DCTおよびIDCTは定義から多段行列積演算となるが、このような行列積の実時間演算のため最近開発された光行列演算器(例えば信学技

圧縮符号化効率が高いこと、および主要な演算処理である離散コサイン変換(DCT)及び逆離散コサイン変換(IDCT)の高速アルゴリズムが発見されていることから、静止画像伝送用符号化法として使用されている。しかし、最近では高精細度テレビジョン方式(HDTV)のような画像の高精細化、高速高帯域なデジタル通信回線の普及などから、画像伝送装置の高速化が一層求められており、これには画像圧縮処理の高速化が必要であることからDCTおよびIDCTの超高速化が要求されている。

従来、DCTおよびIDCTの高速化に関しては、高速アルゴリズムの専用LSI化というアプローチとは別に、二次元画像情報に関する一部の画像処理を非常に高速に実行できることが知られている光演算器を応用しようという検討も為されている。この光演算器の応用に関しては、コサイン変換とフーリエ変換の近似性のため、レンズを用いて容易に実現できる光学フーリエ変換を拡張して適用する例が多い。また、DCTのような

報OQE84-122;実時間多段マトリクス乗算用光学系)については、演算精度が低いという問題がある。

本発明の目的は、DCTおよびIDCTの専用高速演算器を、高速な光演算を導入した光ハイブリッド演算器で実現しようとするものである。

(課題を解決するための手段)

上記目的を達成するために、本発明の光ハイブリッド演算器は、2次元画像を縦または横方向に一画素単位で分割し、それらの行または列ベクトルを順次連結して再構成した一次元画像を入力する一次元空間光変調器と、DCTおよびIDCTの係数行列の各要素値を一定バイアス透過率または反射率を加えた非負の光強度透過率または反射率で設定した空間フィルタを、前記一次元入力画像の各画素に対応する光信号がDCTおよびIDCTの定義に従って変調されるように配列し、さらにバイアス透過率または反射率と同じ透過率または反射率の空間フィルタからなる行または列を追加し、前記一次元空間光変調器の各画素に対応

する光信号が各々一つの行・列要素で変調されるように配置した二次元空間光変調器と、前記入力画像と同様に一次元に再構成される出力画像の各要素と前記二次元空間光変調器の追加行または列とに対応する光電変換素子とからなる一次元光電変換器と、前記一次元空間光変調器を均等な光量で照射する光源と、前記光源から照射され前記一次元空間光変調器で変調された光信号を、DCTおよびIDCTの定義に従って前記二次元空間光変調器に照射する光学系と、前記二次元空間光変調器で変調された光信号を、DCTおよびIDCTの定義に従って前記一次元光電変換器に集光する光学系とを有することを主たる特徴とする。

さらに、前記一次元光電変換器での光電変換後に、前記二次元空間光変調器の追加行または列に対応して設けた光電変換素子の出力信号で他の光電変換素子の出力信号の減算を行って前記バイアス成分を除去する電気的手段を備えることを特徴とする。

〔作用〕

一実施例のブロック図で、1は光演算部、2はバイアス分除去回路、3は制御部である。こゝでは、本光ハイブリッド演算器の動作を光透過型のDCT演算の例で説明する。

初めに、DCTおよびIDCTを多段行列積から一段ベクトル行列積へ変換する手順を説明する。以下の(1)、(2)式はそれぞれDCTおよびIDCTの定義式である。

$$F(u, v) = \frac{C(u)C(v)}{N^2} \sum_{j=0}^{N-1} \sum_{k=0}^{N-1} f(j, k) \cos \frac{(2j+1)u\pi}{2N} \cdot \cos \frac{(2k+1)v\pi}{2N} \quad (1)$$

$$f(j, k) = \sum_{u=0}^{N-1} \sum_{v=0}^{N-1} C(u)C(v) F(u, v) \cos \frac{(2j+1)u\pi}{2N} \cdot \cos \frac{(2k+1)v\pi}{2N} \quad (2)$$

但し、 $C(u) = 1/\sqrt{2}$ ($u=0$)、 1 ($u=1, 2, \dots, N-1$)、 0 ($u=N, N+1, \dots$)

こゝで $f(j, k)$ は二次元画像、 $F(u, v)$ はその画像のDCTパワースペクトラムである。

本発明の光ハイブリッド演算器では、DCTおよびIDCTの両方の演算を実現でき、かつ、光学フーリエ変換応用の場合のように非本質的な連続空間領域への変換処理を必要としない光行列演算器を使用する。そして、DCTおよびIDCTが多段行列演算となることに対しては、定義式を変形し、光学系として最も単純な一段ベクトル行列演算で実行可能とする。また、負数表現および演算のために、定数行列に対応する空間光変調器の光透過率または反射率を一定バイアス値のもとに設定し、電気的手段で最終的な演算結果からバイアス成分を除去する。このバイアス成分は、前記光演算器をわずかに変更するだけでDCTおよびIDCTの演算と並列に独立した信号として求めることができ、その除去はよく知られた電子的減算回路で実現できる。

〔実施例〕

以下、本発明の一実施例について図面により説明する。

第1図は本発明による光ハイブリッド演算器の

いま、二次元画像 $\{f(j, k) | j, k=0, 1, \dots, N-1\}$ を行方向に1行ずつ分割し順次連結して行ベクトル $\{f^*(l) | l=0, 1, \dots, N^2-1\}$ へ、 $\{F(u, v) | u, v=0, 1, \dots, N-1\}$ を同様に行ベクトル $\{F^*(v) | v=0, 1, \dots, N^2-1\}$ へ、それらに応じて $\{C(u)C(v) \cdot \cos[(2j+1)u\pi/2N] \cdot \cos[(2k+1)v\pi/2N] | j, k, u, v=0, 1, \dots, N-1\}$ を行列 $\{g(l, v) | l, v=0, 1, \dots, N^2-1\}$ へ、 $\{C(u)C(v) \cdot \cos[(2j+1)u\pi/2N] \cdot \cos[(2k+1)v\pi/2N] | j, k, u, v=0, 1, \dots, N-1\}$ を行列 $\{h(l, v) | l, v=0, 1, \dots, N^2-1\}$ へ変形する。即ち、 $l=j+kN$ 、 $v=u+vN$ と置くと、以下のベクトル行列積へと変形できる。(3)、(4)式は各々DCT、IDCTである。

$$F^*(v) = \sum_{l=0}^{N^2-1} f^*(l) \cdot g(l, v) \quad (3)$$

$$f^*(l) = \sum_{v=0}^{N^2-1} F^*(v) \cdot h(l, v) \quad (4)$$

第1図の光演算部1は上記のベクトル行列積を光学系で求める部分である。第2図に光行列演算

器の具体的構成例を示す。第1図において、光源11と一次元空間光変調器12とは一次元LEDアレイで、二次元空間光変調器14は設定透過率相当の面積の開口を開けた金属板で、一次元光電変換器16はリニアイメージセンサで実現する。DCTの演算を例として該光行列演算器の動作を説明する。

入力ベクトル $\{f^*(l) \mid l=0, 1, \dots, N^2-1\}$ は、電気信号17として一次元空間光変調器12に入力され、該一次元空間光変調器12によって光源11からの均一強度の光が変調されて、入力光信号18が生成される。該光信号18はy軸方向にのみ集光能力をもつ円柱レンズのような光学系13でy軸方向に均等な光強度の平行ビームに拡張られ、二次元空間光変調器14に照射される。該二次元空間光変調器14には、行列 $\{g(l, v) \mid l, v=0, 1, \dots, N^2-1\}$ の各要素値に対応した透過率の光変調素子が、行をx軸方向、列をy方向という配置で設定されており、入力ベクトルと行列の要素毎の積算結果 $f^*(l) \cdot g(l, v)$ が透

過光として得られる。記透過光はx軸方向にのみ集光能力をもつ円柱レンズのような光学系15で光電変換器16に集光され、光強度の総和が検出される。該光電変換器16は集光された光信号に相当する電気信号19を出力ベクトル $\{F^*(v) \mid v=0, 1, \dots, N^2-1\}$ として出力する。

第2図の如き光行列演算器では負の演算ができないが、行列 $\{g(l, v) \mid l, v=0, 1, \dots, N^2-1\}$ は負の要素も含む。第1図のバイアス分除去回路2は、この問題を解決するために付加したものである。第3図にその場合の光演算部1とバイアス分除去回路2の関係を示す。ここで、バイアス分除去回路2は走査回路21及び減算回路22よりなる。

次に第3図により、正逆両方のDCT演算が達成されることを説明する。

二次元空間光変調器14を $N+1$ 行に拡張し、各素子に以下の式で求められる透過率 $t(l, v)$ を設定する。

$$t(l, v) = \alpha \cdot g(l, v) + \beta \quad (v=0, 1, \dots, N-1) \quad (5)$$

但し、 α は二次元空間光変調器14の透過率ダイナミックレンジに合わせるための係数、 β は $t(l, v)$ を非負とするためのバイアス透過率。

ここで、一次元空間光変調器12からの光信号18を $i(l) = \gamma \cdot f^*(l)$ (γ は光強度への変換係数)とし、途中での損失分を無視すると、一次元光電変換器16へ入射する光信号の強度は、途中での損失分を無視すると以下の式で表わされる。

$$\begin{aligned} o(v) &= \sum_{l=0}^{N^2-1} i(l) \cdot t(l, v) \\ &= \alpha \cdot \gamma \sum_{l=0}^{N^2-1} f^*(l) \cdot g(l, v) + \beta \cdot \gamma \sum_{l=0}^{N^2-1} f^*(l) \\ &\quad (v=0, 1, \dots, N-1) \\ &\quad + \beta \cdot \gamma \sum_{l=0}^{N^2-1} f^*(l) \quad (v=N) \end{aligned} \quad (6)$$

バイアス分除去回路2の走査回路21は、一次元光電変換器16から出力される $o(w)$ に対応

する電気信号のうち、 $o(0) \sim o(N^2-1)$ の部分を走査し、順次、減算回路22の一方の入力とするものである。減算回路22の他方の入力、 $o(N)$ とする。ここで、バイアス成分の総和が $o(N)$ として独立に求められるので、順次、減算回路22で $o(0) \sim o(N^2-1)$ と $o(N)$ の減算を行ってバイアス分を除去することにより、容易に所要信号23を得ることができる。

第1図の制御部3は、当該光ハイブリッドDCT演算器が組み込まれた静止画像伝送装置等の制御下で、外部の画像記憶手段からインタフェース31を介してDCT演算対象サブブロックを順次読み出し、アナログの電気信号17へ変換して光演算部1へ送出する。光演算部1の演算結果は電気信号19としてバイアス分除去回路2へ入力され、バイアス分を除去されて電気信号23として出力される。制御部3は、一画像分の処理が完了するまで該出力電気信号23を順次取り込んでデジタル電気信号へ変換し、インタフェース31を介して画像記憶手段へ格納する。

以上、光透過型DCT演算に説明したが、IDCTおよび反射型についても容易に類推できるであろう。

(発明の効果)

以上詳述したように、本発明によれば、正逆両方の離散コサイン変換を高い演算精度で演算できるとともに、電子回路での処理を軽減して高速化を図った光ハイブリッド演算器を実現できる。

4. 図面の簡単な説明

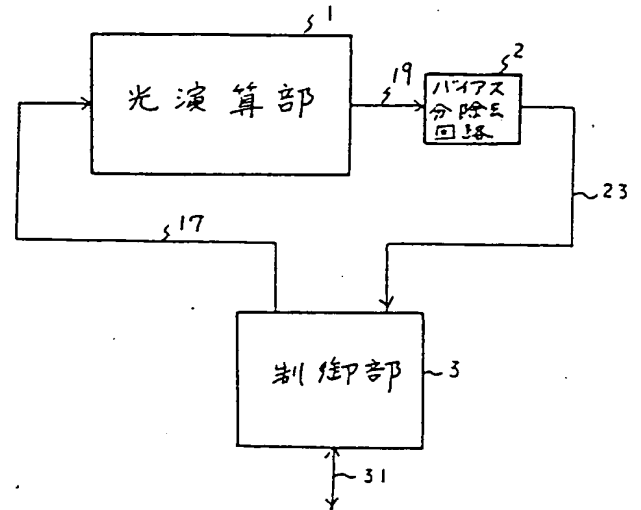
第1図は本発明の一実施例のブロック図、第2図は光行列演算器の具体的構成図、第3図は第1図の光演算部とバイアス分除去回路の関係を示す図である。

- 1…光演算部、 11…光源、
12…一次元空間光変調器、 13…光学系、
14…二次元空間光変調器、 15…光学系、
16…一次元光電変換器、
2…バイアス分除去回路、 21…走査回路、
22…減算回路、 3…制御部。

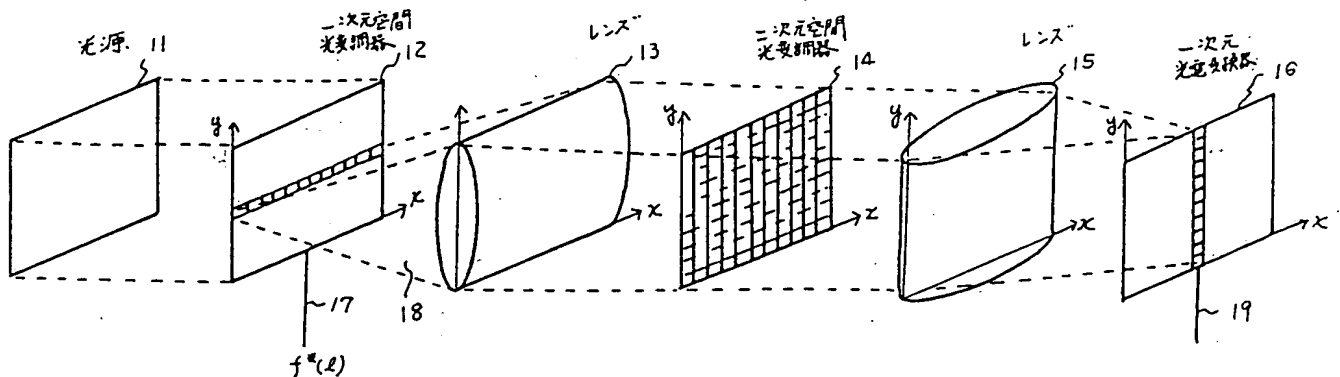
代理人 井理士 鈴木



第1図



第2図



第 3 図

$i(l)$				
$r \cdot f^*(0)$	$r \cdot f^*(1)$	$r \cdot f^*(2)$	-----	$r \cdot f^*(N-1)$
\sum 12				
$t(l, w)$				
$\alpha g(0,0)+\beta$	$\alpha g(1,0)+\beta$	$\alpha g(2,0)+\beta$	-----	$\alpha g(N-1,0)+\beta$
$\alpha g(0,1)+\beta$	$\alpha g(1,1)+\beta$	$\alpha g(2,1)+\beta$	-----	$\alpha g(N-1,1)+\beta$
$\alpha g(0,2)+\beta$	$\alpha g(1,2)+\beta$	$\alpha g(2,2)+\beta$	-----	$\alpha g(N-1,2)+\beta$
\vdots	\vdots	\vdots	\ddots	\vdots
$\alpha g(0,N-1)+\beta$	$\alpha g(1,N-1)+\beta$	$\alpha g(2,N-1)+\beta$	-----	$\alpha g(N-1,N-1)+\beta$
β	β	β	-----	β
\sum 14				

